

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ЗЕРНОГРАНИЧНОГО АНСАМБЛЯ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА

Солдатова М.И., Ходоренко В.Н.

Руководитель – проф., д.т.н. Гюнтер В.Э.

НИИ Медицинских материалов и имплантатов с памятью формы
Сибирского физико-технического института Томского Государственного
университета, г. Томск,
soldatovam@sibmail.com

Никелид титана представляет собой интерметаллическое соединение титана и никеля, в котором реализуются фазовые превращения. Широко используются два класса сплавов на основе никелида титана: монолитный и пористый. Пористый никелид титана в отличие от литого материала в силу своей ярко выраженной структурно-фазовой неоднородности представляет собой совокупность сплавов никелида титана разного состава обогащенных как по титану, так и по никелю. Структурные особенности матрицы и зернограничного ансамбля определяются характеристиками процесса СВС. Так как мартенситное превращение протекает путем образования мартенситных пластин и последующего их роста, то величина зерен и размеры частиц оказывают влияние на параметры мартенситного превращения.

В этой связи исследование структурных особенностей и зернограничного ансамбля сплавов на основе никелида титана является актуальной задачей.

В настоящей работе исследования проведены на сплавах никелида титана разного состава: стехиометрического, обогащенных по титану и по никелю, технологичных сплавах с добавками молибдена типа ТН-10, ТН-20, ХЭ, а также пористых сплавах.

Главной особенностью образованной структуры литых и пористых сплавов является неоднородность в распределении фаз по всему объему образца. В сплавах различаются участки высокой и низкой плотности выделений с преимущественным расположением частиц в теле зерна. В основном присутствуют фазы, обогащенные по титану Ti_2Ni различной геометрической формы. Обнаружены мелкодисперсные частицы, обогащенные по никелю - типа $TiNi_3$ выделяющиеся как в виде сетчатых структур, так и в виде более мелких выделений внутри матричной фазы (Рисунок 1).

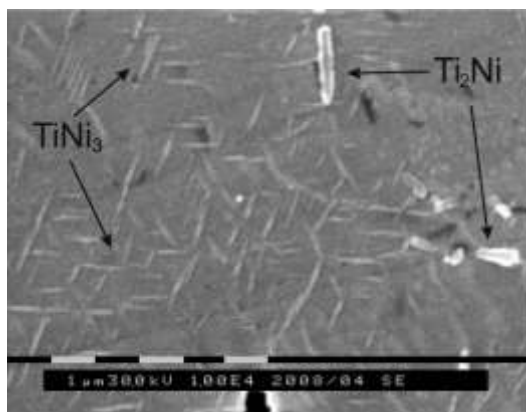


Рисунок 1. Микроструктура сплава на основе TiNi; частицы, обогащённые по титану Ti_2Ni , по никелю $TiNi_3$

Добавки Mo в сплавы на основе никелида титана привели к формированию в них более однородной структуры, наблюдали в основном мелкодисперсные выделения, равномерно распределенные по объему образца.

Установлено, что средний размер зерна в литых сплавах при увеличении концентрации никеля уменьшается от 35 до 9 мкм. Этот факт может быть связан с тем, что в указанных сплавах, выделяются когерентные фазы, обогащенные по никелю - типа $TiNi_3$. Эти фазы в силу своей мелкодисперсности и когерентного сопряжения с матрицей, сохраняя неоднородность в плотности распределения, создают внутренние напряжения в материале и препятствуют росту зерна.

Анализ зернограничного ансамбля пористых сплавов на основе никелида титана показал, что для сплава характерна неоднородность распределения зёрен по размерам. Размеры зерна пористого сплава колеблются в пределах от 4-13 мкм. Это связано с формирующейся неоднородной структурой и большим количеством выделившихся частиц обогащенных как по титану, так и по никелю вследствие высокой химической неоднородности материала (Рисунок 2). Сформированная зеренная структура, ярко выраженная структурно фазовая неоднородность материала пористого никелида титана является причиной широкого температурного интервала фазовых превращений.

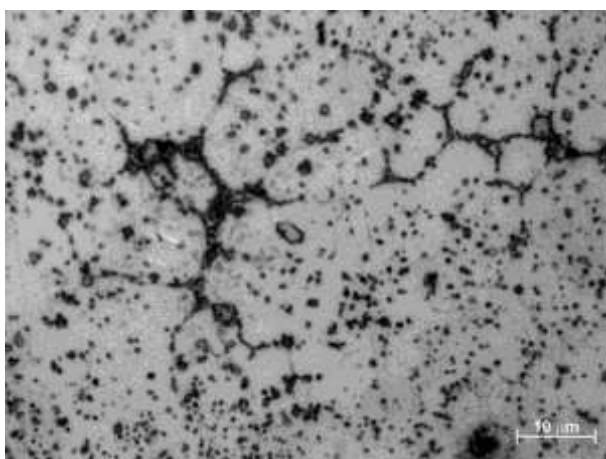


Рисунок 2. Макроструктура пористого сплава, полученного методом СВС; частицы расположены как по границам зерен, так и в теле зерна

Проведена аттестация границ зерен по морфологическим признакам с выделением границ общего и специального типов в литом материале. В процессе исследования были выделены прямолинейные, криволинейные, двойниковые и фасетированные границы.

Проведенный количественный анализ соотношений границ зерен разных типов в исследуемых литых сплавах показал, что доля специальных границ в зернограницном ансамбле сплавов составляет 0,3-0,5 от общего числа границ.

Показано, что в сплавах никелида титана обогащенных по никелю с наименьшим размером зерна $d=9\text{ мкм}$, доля границ специального типа составляет 51,4%. При увеличении размера зерна до 35 мкм, доля границ специального типа уменьшается до 40,9%.

Разделение границ по морфологическим признакам на границы общего и специального типов в пористом сплаве на основе никелида титана провести не удалось из-за высокой структурно-фазовой неоднородности материала, Лишь в отдельных местах наблюдаются свободные от частиц области, на которых более четко обозначаются границы зерен.

Легирование Mo сплавов никелида титана разного состава приводит к уменьшению размера зерна и стабилизации структуры. При этом соотношение границ специального и общего типов в легированных и нелегированных сплавах меняется слабо.

Таким образом, можно заключить, что сформированный зернограницный ансамбль и особенности структуры сплавов на основе никелида титана могут оказывать существенное влияние на характеристики мартенситного превращения.